

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-133609

(43)Date of publication of application : 20.05.1997

(51)Int.Cl.

G01M 11/02

H04B 3/46

H04B 10/08

(21)Application number : 07-290053

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 08.11.1995

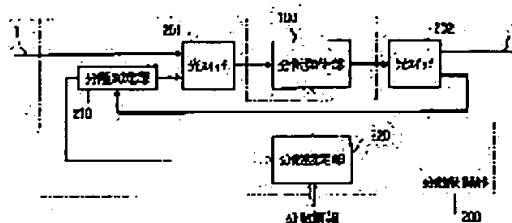
(72)Inventor : TAKIGUCHI KOICHI
OKAMOTO KATSUNARI
JINGUJI KANAME

(54) OPTICAL TRANSMISSION LINE SIMULATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize an optical transmission line simulator which is constituted of a plurality of optical transmission lines and in which the dispersion characteristic of an optical transmission system having various dispersion characteristics can be set by one simulator.

SOLUTION: An optical transmission line simulator is constituted of a dispersion generation part 100 which can set an arbitrary dispersion characteristic between a signal input part 1 and an output part 2 and of a dispersion control part 200 which measures the dispersion characteristic of the dispersion generation part 100 and which controls the dispersion characteristic of the dispersion generation part 100 in such a way that its measured value becomes a prescribed dispersion characteristic. In the dispersion control part 200, the dispersion characteristic of an optical transmission line to be approximated to the dispersion generation part 100 is set by input information from the outside, the dispersion characteristic is measured, and the dispersion characteristic of the dispersion generation part 100 is adjusted again in such a way that an error in the measured value and that in a set value become minimum.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3319681

[Date of registration] 21.06.2002

Best Available Copy

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-133609

(43)公開日 平成9年(1997)5月20日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 M	11/02		G 0 1 M 11/02	K
H 0 4 B	3/46		H 0 4 B 3/46	B
	10/08		9/00	K

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平7-290053

(22)出願日 平成7年(1995)11月8日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 瀧口 浩一

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(72)発明者 岡本 勝就

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(72)発明者 神宮寺 要

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 古谷 史旺

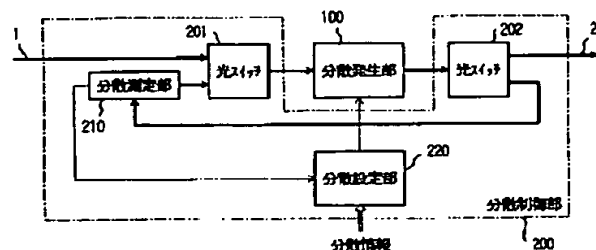
(54)【発明の名称】 光伝送路シミュレータ

(57)【要約】

【課題】 1台のシミュレータで、複数の光伝送路から構成され、様々な分散特性を有する光伝送系の分散特性を設定することができる光伝送路シミュレータを実現する。

【解決手段】 信号の入力部と出力部との間に、任意の分散特性を設定できる分散発生部と、分散発生部の分散特性を測定し、その測定値が所定の分散特性になるように分散発生部の分散特性を制御する分散制御部とにより構成される。この分散制御部では、外部からの入力情報により分散発生部に近似すべき光伝送路の分散特性を設定し、その分散特性を測定し、さらに測定値と設定値との誤差が最小になるように再度分散発生部の分散特性を調整する。

本発明の光伝送路シミュレータの実施形態



【特許請求の範囲】

【請求項1】 信号の入力部と出力部との間に、任意の分散特性を設定できる分散発生部と、前記分散発生部に設定される分散特性が所定の分散特性になるように制御する分散制御部とを備えたことを特徴とする光伝送路シミュレータ。

【請求項2】 分散制御部は、分散発生部に設定された分散特性を測定する分散測定部と、前記分散測定部の測定値が所定の分散特性になるように前記分散発生部の分散特性を制御する分散設定部とを備えたことを特徴とする請求項1に記載の光伝送路シミュレータ。

【請求項3】 分散発生部は、 $N+1$ 個 (N は整数)の2入力2出力の結合率可変方向性結合器の入出力ポートを光路長が異なる2本の光導波路で順次接続し、その N セットの光導波路のうちの少なくとも1本の光導波路上に位相制御器を形成し、一端の結合率可変方向性結合器の一方の入力ポートおよび他端の結合率可変方向性結合器の一方の出力ポートを分散発生部の入出力ポートとする構成であることを特徴とする請求項1に記載の光伝送路シミュレータ。

【請求項4】 分散発生部は、 N 個 (N は整数)の2入力2出力の結合率可変方向性結合器の一方の入出力ポートを光導波路で順次接続し、他方の出力ポートにそれぞれ光導波路および位相制御器を介して N 入力1出力の光合流器を接続し、一端の結合率可変方向性結合器の一方の入力ポートおよび光合流器の出力ポートを分散発生部の入出力ポートとする構成であることを特徴とする請求項1に記載の光伝送路シミュレータ。

【請求項5】 分散測定部は、周波数掃引されたレーザ光を所定の周波数の変調信号で強度変調して分散発生部に入力する手段と、前記分散発生部を通過した強度変調光を電気信号に変換する手段と、前記レーザ光の掃引周波数に対して前記電気信号と前記変調信号の位相を比較し、その位相差を前記分散発生部の分散特性の測定値として出力する手段とを備えたことを特徴とする請求項2に記載の光伝送路シミュレータ。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、それぞれ固有の分散特性を有する複数の光伝送路から構成される光伝送系の分散特性を疑似し、その評価を可能にする光伝送路シミュレータに関する。

【0002】

【従来の技術】光ファイバなどにより構成される光伝送路は、通過する光信号の波長(周波数)により群遅延時間が異なる分散特性を有する。波長 $1.3\mu\text{m}$ で零分散を有する石英系光ファイバを最低損失帯である $1.55\mu\text{m}$ で

使用する場合には、光ファイバの分散特性により光信号周波数が高くなるにつれて群遅延時間が小さくなる。そのため、光バッファ中を伝搬する光パルスは光ファイバの分散特性により波形歪みが大きくなり、伝送容量が小さくなる。したがって、光通信システムでは光伝送路の分散特性を測定し、逆の分散特性を有する分散等化器を接続して全体として波形歪みを小さくする分散補償技術が必要になる。

【0003】現在、それぞれ異なる分散特性を有する光伝送路については、各光伝送路と同じ分散特性を有するような光ファイバを用意し、それらを接続して光伝送系全体の分散の影響を測定する構成になっていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、光伝送系を構成する光伝送路と分散特性が完全に一致する光ファイバを用意することは困難であった。また、各光ファイバを接続する作業も容易ではなく、多くの労力を要していた。本発明は、1台のシミュレータで、複数の光伝送路から構成され、様々な分散特性を有する光伝送系の分散特性を設定することができる光伝送路シミュレータを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の光伝送路シミュレータは、信号の入力部と出力部との間に、任意の分散特性を設定できる分散発生部と、分散発生部の分散特性を測定し、その測定値が所定の分散特性になるように分散発生部の分散特性を制御する分散制御部とにより構成される。

【0006】このような分散制御部では、外部からの入力情報により分散発生部に近似すべき光伝送路の分散特性を設定し、その分散特性を測定し、さらに測定値と設定値との誤差が最小になるように再度分散発生部の分散特性を調整する。これにより、入出力部間に所定の分散特性を有する光伝送路シミュレータが実現される。

【0007】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の光伝送路シミュレータの実施形態を示す。本発明の光伝送路シミュレータは、任意の分散特性を設定できる分散発生部100と、分散発生部100に設定する分散特性を制御する分散制御部200とを主要な構成要素とする。分散制御部200は、光スイッチ201、202、分散測定部210および分散設定部220により構成される。図中、各部を接続する太線は光導波路を示し、細線は電気信号線を示す。

【0008】入力部1から入力された信号光または分散測定部210から出力された測定光は、光スイッチ201を介して分散発生部100に入力される。分散発生部100の出力光は光スイッチ202を介して信号光は出力部2に出力され、測定光は分散測定部210に入力されて分散発生部100の分散特性が測定される。分散設

定部220は、分散測定部210の測定値に応じて分散発生部100に設定する分散特性が所望の値になるように調整する。すなわち、まず分散設定部220は、外部から入力される分散情報により分散発生部100に近似すべき光伝送路の分散特性を設定し、その分散特性を分散測定部210が測定し、さらに分散設定部220が設定値と分散測定部210における測定値との誤差が最小になるように調整する。これにより、入力部1と出力部2との間に所定の分散特性を有する光伝送路シミュレータが実現される。

【0009】

【実施例】図2は、分散発生部100の第1の実施例構成を示す。本実施例の分散発生部100は、 $N+1$ 個の2入力2出力の結合率可変方向性結合器110の入出力ポートを光路長が異なる2本の光導波路121、122で順次接続し、 N セットの光導波路121、122のうちの少なくとも1本の光導波路上に位相制御器123を形成した構成である。入力光は、1番目の結合率可変方向性結合器110の一方の入力ポートから入力され、 $N+1$ 番目の結合率可変方向性結合器110の一方の出力ポートから出力される。図は、 $N=4$ の場合で、位相制御器123を各光導波路121上に形成した例を示す。

【0010】図3は、結合率可変方向性結合器110の構成例を示す。結合率可変方向性結合器110は、 $M+1$ 個の2入力2出力の光結合部111の入出力ポートを光路長が等しい2本の光導波路112、113で順次接続し、 M セットの光導波路112、113のうちの少なくとも1本の光導波路上に位相制御器114を形成した構成である。図は、 $M=3$ の場合で、位相制御器114を各光導波路112上に形成したものであり、各位相制御器114で個別に位相調整を行うことにより任意の結合率が得られ、結合率可変方向性結合器として機能する。結合率可変方向性結合器としては、 $M=1$ の場合の構成がよく用いられる。

【0011】なお、結合率可変方向性結合器110の位相制御器114および分散発生部100の位相制御器123には、光導波路上に形成される場合、光導波路に埋め込まれる場合、光導波路そのものを用いる場合の3形態のものがある。分散発生部100は、このような結合率可変方向性結合器110の結合率をそれぞれ所定の値に設定し、かつ複数の位相制御器123でそれぞれ個別に位相調整を行うことにより、1番目の結合率可変方向性結合器110の入力ポートと $N+1$ 番目の結合率可変方向性結合器110の出力ポートとの間に、任意の周波数の関数に近似できる分散特性を設定することができる（参考文献：K. Jingui, et al., "Synthesis of coherent two-port lattice-form optical delay-line circuit", Journal of Lightwave Technology, vol.13, no.1, pp.73-82, January 1995）。

【0012】分散発生部100の結合率可変方向性結合

器110の結合率（位相制御器114の位相制御量）および位相制御器123の位相制御量は、図1に示す分散制御部200の分散設定部220により制御される。なお、位相制御器123および位相制御器114は、熱光学効果あるいは電気光学効果等を用いた光導波路の屈折率変化により位相制御が可能である。

【0013】ここで、図2に示す分散発生部100により実現される分散特性の一例を図4に示す。これは、分散発生部100の2本の光導波路121、122の光路長差を2.759mm、光導波路の屈折率を1.45、 $N=6$ とした場合の計算例である。結合率可変方向性結合器110の結合率および位相制御器123を制御することにより、分散値は -855psec/nm から $+855\text{psec/nm}$ の範囲で任意に設定可能であることがわかる。

【0014】図5は、分散発生部100の第2の実施例構成を示す。本実施例の分散発生部100は、 N 個の2入力2出力の結合率可変方向性結合器110の一方の入出力ポートを光導波路121で順次接続し、他方の出力ポートにそれぞれ光導波路122を接続し、各光導波路上に位相制御器123を形成し、この N 本の光導波路122を光合流器130に接続した構成である。入力光は、1番目の結合率可変方向性結合器110の一方の入力ポートから入力され、光合流器130の出力ポートから出力される。図は、 $N=8$ の場合である。

【0015】図6は、8入力1出力の光合流器130の構成例を示す。(a)の光合流器130は、8本の光導波路131を4個の2入力2出力の方向性結合器132を介して4本の光導波路131に合流し、さらに2個の2入力2出力の方向性結合器132を介して2本の光導波路131に合流し、さらに1個の2入力2出力の方向性結合器132を介して1本の光導波路131に合流する構成である。

【0016】(b)の光合流器130は、(a)の方向性結合器132をY分岐導波路133に置き換えた構成である。分散発生部100は、 N 個の結合率可変方向性結合器110の結合率をそれぞれ所定値に設定し、さらに N 本の光導波路122に接続された各位相制御器123で個別に位相調整を行うことにより、1番目の結合率可変方向性結合器110の入力ポートと光合流器130の出力ポートとの間に、任意の周波数の関数に近似できる分散特性を設定することができる（参考文献：K. Sasayama, et al., "Coherent optical transversal filter using silica-based waveguides for high-speed signal processing", Journal of Lightwave Technology, vol.9, no.10, pp.1225-1230, October 1991）。なお、本実施例においても同様に、分散発生部100の結合率可変方向性結合器110の結合率および位相制御器123の位相制御量は、図1に示す分散制御部200の分散設定部220によりそれぞれ個別に制御される。

【0017】分散発生部100の他の構成例としては、

チャープグレーティング等、あるいは図2または図5に示す実施例構成を含めて、各手段を任意に組み合わせてもよい。図7は、分散測定部210および分散設定部220の構成例を示す。分散測定部210は、発振器211、レーザ光源212、強度変調器213、受光器214、増幅器215a、215b、ネットワークアナライザ216、電源217、バイアスティー218により構成される。

【0018】分散設定部220は、演算回路221および電源222により構成される。なお、図では分散発生部100を併せて示す。ただし、光スイッチ201、202は省略されている。レーザ光源212の発振周波数は、発振器211で生成されたランプ波（鋸波）あるいは三角波によって掃引される。一方、ネットワークアナライザ216は周波数 f_0 〔GHz〕の正弦波を出力する。この正弦波は増幅器215aで増幅され、電源217に接続されたバイアスティー218を介して強度変調器213を駆動する。レーザ光源212の出力光は強度変調器213に入力されて周波数 f_0 で強度変調され、分散発生部100を通過した後に受光器214に入力され、電気信号に変換される。この電気信号は増幅器215bで増幅され、ネットワークアナライザ216にフィードバックされる。なお、レーザ光の掃引周期とネットワークアナライザ216の測定周期が同期している。

【0019】ネットワークアナライザ216は、レーザ光源の搬送波周波数 f に対して、強度変調器213に与える正弦波と受光器214から入力される電気信号の位相を比較し、分散発生部100の分散特性（相対遅延時間 $\tau(f)$ ）を測定する。この2つの電気信号間の位相差を $\Delta\phi(f)$ とした場合、相対遅延時間 $\tau(f)$ 〔psec〕は、 $\tau(f) = (10^3/2\pi) \cdot (\Delta\phi(f)/f_0)$ と表される。ネットワークアナライザ216で測定された分散特性は、分散設定部220の演算回路221に送出される。

【0020】なお、分散測定部210の他の構成例としては、公知のパルス法、掃引変調法、スペクトル分析法等を用いたものを利用できる。分散設定部220の演算回路221には、分散発生部100に設定する光伝送路の分散情報が外部から設定される。演算回路221は、この入力情報に基づいて、分散発生部100の結合率可変方向性結合器110のそれぞれの結合率および位相制御器123のそれぞれの位相制御量を計算する。電源222は、演算回路221で得られた計算結果に基づいて駆動され、分散発生部100の結合率可変方向性結合器110の結合率および位相制御器123の位相制御量をそれぞれ個別に調節する。

【0021】一方、演算回路221には、分散測定部210のネットワークアナライザ216で測定された分散発生部100の分散特性が入力される。演算回路221はこの測定結果と入力情報とを比較し、その誤差が所定

値以上になる場合に、再び電源222を介して分散発生部100の結合率可変方向性結合器110の結合率および位相制御器123の位相制御量をそれぞれ個別に調節する。この操作を誤差が所定値より小さくなるまで繰り返すことにより、分散発生部100に実現すべき分散特性を正確に設定することができる。

【0022】図1に示す光スイッチ201、202は、図3に示す結合率可変方向性結合器110と同様の構成のものを用いることができる。また、光スイッチに代えてY分岐導波路または方向性結合器を用いてもよい。以上示した実施例構成における光導波路部分は、石英系ガラス導波路を用いて作製される。まず、シリコン基板上に、火炎堆積法によって SiO_2 下部クラッド層を堆積し、次に GeO_2 をドーパントとして添加した SiO_2 ガラスのコア層を堆積した後に、電気炉で透明ガラス化する。次に、図2、図3、図5、図6に示すようなパターンを用いてコア層をエッチングしてコア部分を作成した。最後に、再び SiO_2 上部クラッド層を堆積して透明ガラス化し、さらに所定の光導波路上に位相制御器として薄膜ヒータおよび電気配線を蒸着した。

【0023】なお、本発明の光導波路部分はガラス導波路に限らず、強誘電体導波路、半導体導波路、およびポリマー導波路等を用いて実現することができる。また、いくつかの種類の光導波路を組み合わせたハイブリッド構成によっても実現することができる。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光伝送路シミュレータは、光ファイバの接続・切断等の機械的な作業を行うことなく、分散発生部に任意の分散特性を設定することができる。これにより、様々な分散特性を有する光伝送路のシミュレーションが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光伝送路シミュレータの実施形態を示す図。

【図2】分散発生部100の第1の実施例構成を示す図。

【図3】結合率可変方向性結合器の構成例を示す図。

【図4】図2に示す分散発生部100により実現される分散特性の一例を示す図。

【図5】分散発生部100の第2の実施例構成を示す図。

【図6】合流器の構成例を示す図。

【図7】分散測定部210および分散設定部220の構成例を示す図。

【符号の説明】

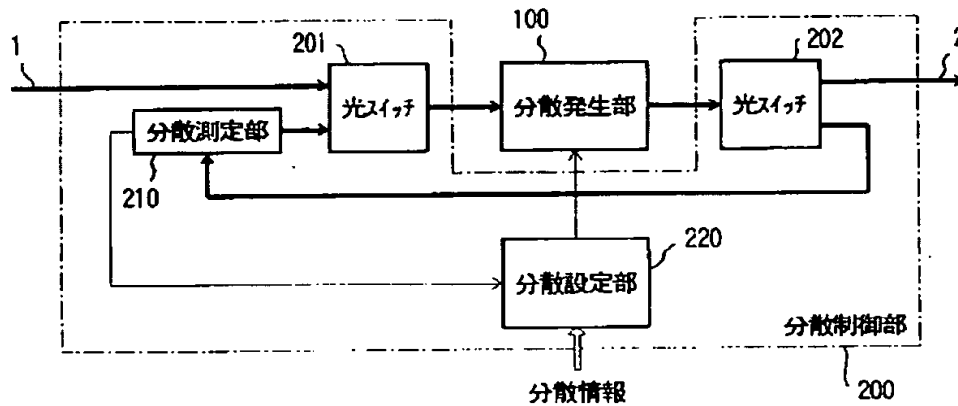
- 1 入力部
- 2 出力部
- 100 分散発生部
- 110 結合率可変方向性結合器
- 111 光結合部

112, 113, 121, 122 光導波路
 114, 123 位相制御器
 130 光合流器
 131 光導波路
 132 方向性結合器
 133 Y分岐導波路
 200 分散制御部
 201, 202 光スイッチ
 210 分散測定部
 211 発振器

212 レーザ光源
 213 強度変調器
 214 受光器
 215 増幅器
 216 ネットワークアナライザ
 217 電源
 218 バイアスティー
 220 分散設定部
 221 演算回路
 222 電源

【図1】

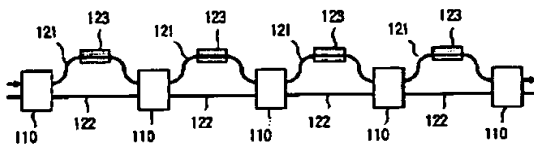
本発明の光伝送路シミュレータの実施形態



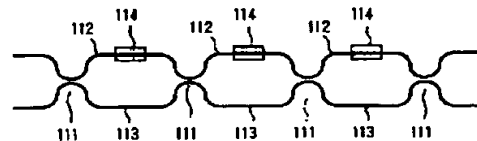
【図2】

【図3】

分散発生部100の第1の実施例構成

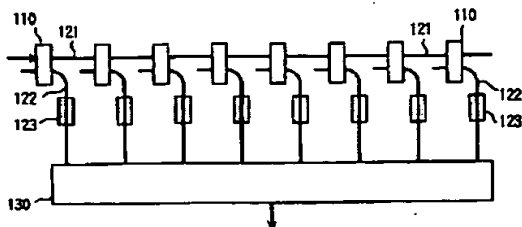


結合率可変方向性結合器110の構成例



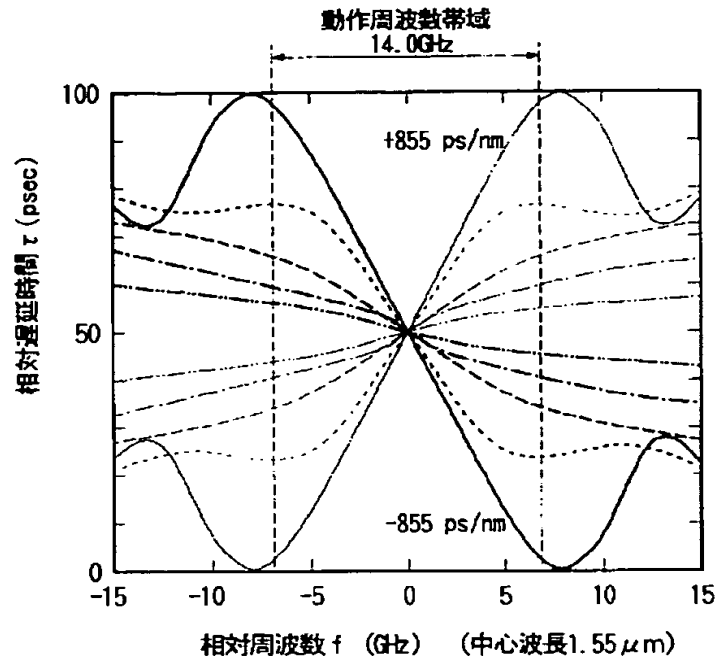
【図5】

分散発生部100の第2の実施例構成

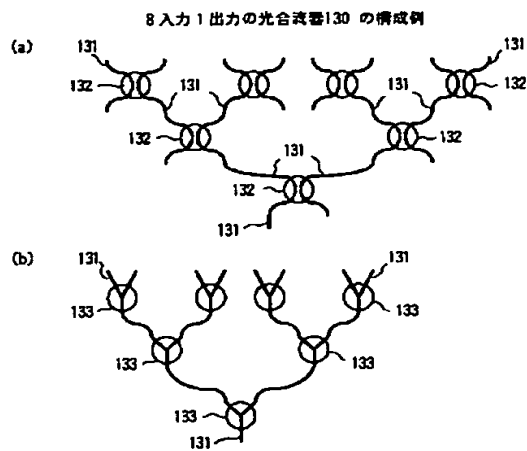


【図4】

図2に示す分散発生部100により実現される分散特性の一例

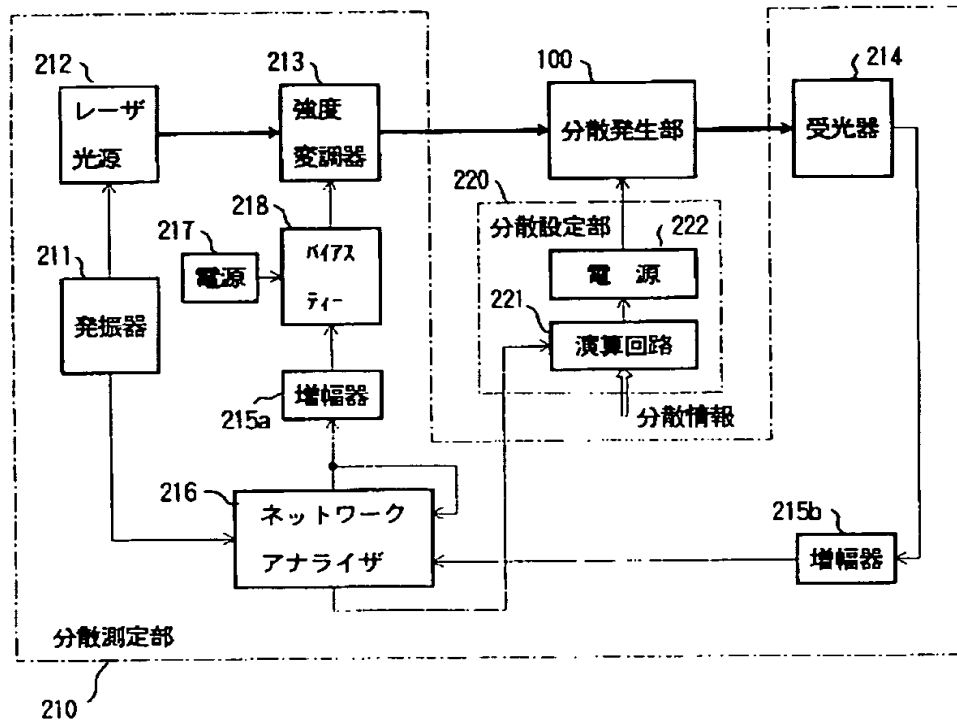


【図6】



【図7】

分散測定部210 および分散設定部220 の構成例



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.